

津波段波における流速分布の鉛直構造に関する水理実験

岩手大学 学生会員 ○玉山幹也, 虻川佑太, 三橋寛, 正会員 小笠原敏記

1. はじめに

2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震を契機に津波段波に関する研究が盛んに行われるようになってきた。津波段波の流速分布の鉛直構造に関する研究として、下園（2011）は段波下の底面境界層流れの特性について、画像計測を用いた実験を行っている。しかしながら、海域における流速分布の検討であり、陸上に遡上した津波段波の流速の鉛直構造については、未解明な部分が多いと言える。

そこで本研究では、津波段波発生装置付開水路を用いた水理実験を行い、底面流速計およびプロペラ流速計による異なる流速計の計測値の比較を行うと共に、津波段波の流速分布の鉛直構造を明らかにする。さらに、建物耐力評価式に用いられるフルード数の計測範囲の適用性を検討する。

2. 実験の概要

実験は、貯水槽とゲート付き開水路（ $L10\text{m}$, $H0.8\text{m}$, $W1.0\text{m}$ ）からなる津波段波発生装置付き開水路を用いて行われた。貯水槽（ $L2.35\text{m}$, $H1.4\text{m}$, $W1.0\text{m}$ ）に一定の水位を貯め、コンプレッサーによりゲートを急開放させることによって、津波段波を発生させた。ゲートから 2.05, 3.25, 5.05m の位置にサーボ式波高計（ケネック製）を設置した。さらに、ゲートから 3.25, 3.69m の位置に底面流速計（同製）を設置し、その真上にプロペラ流速計（同製）を設置した。なお、図-1 に実験水槽および計測装置の概要を示す。

実験条件は、初期貯水位 H_0 を 15, 25, 35, 45cm の 4 通りとした。津波段波の鉛直流速分布を計測するため、プロペラ流速計の高さを底面から 5mm 間隔で上昇させ、水面近傍までとした。水面近傍の計

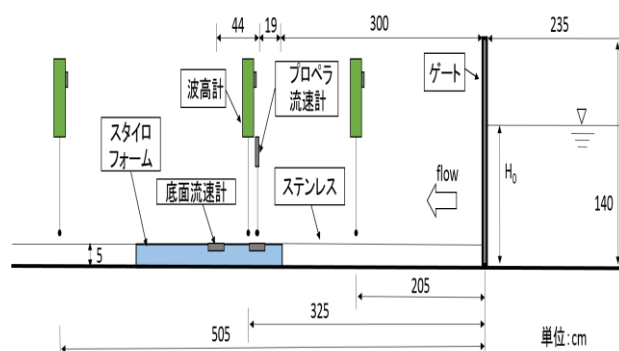


図-1 実験水槽および計測装置の概要

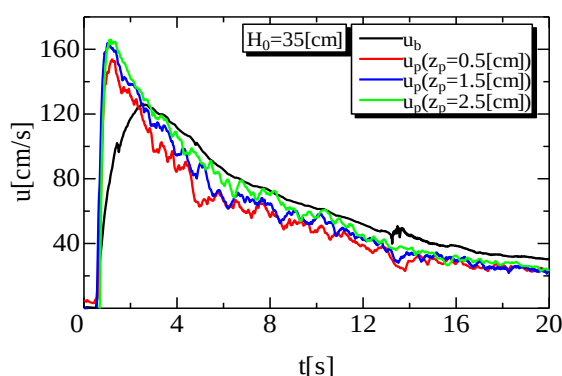


図-2 初期貯水位 $H_0=35\text{cm}$ での流速の時間変化

測高さは、 $H_0=15\text{cm}$ で底面から 2.5cm, $H_0=45\text{cm}$ で 5cm であった。各初期貯水位の条件で 3 回の計測を行い、1 回の計測時間はサンプリング周波数 100 Hz の 20 秒間とした。2.05m の位置に設置した波高計の水位が 5.0mm に到達した時点から各計測機器の計測を開始するように同期させた。

3. 解析結果

3.1 底面流速計とプロペラ流速計の比較

図-2 は、初期貯水位 $H_0=35\text{cm}$ における底面近傍および底面から各高さ（ $z_p=0.5, 1.5, 2.5\text{cm}$ ）での流速の時間変化を示す。底面流速計とプロペラ流速計では、立ち上がりの時刻はほぼ同時であるが、最大流速の大きさおよびその到達時刻に差が見られる。すなわち、底面流速計の最大流速は小さく、その到

キーワード 津波段波, 流速の鉛直分布, 水理実験

岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部社会環境工学科 ・ e-mail : togasa@iwate-u.ac.jp

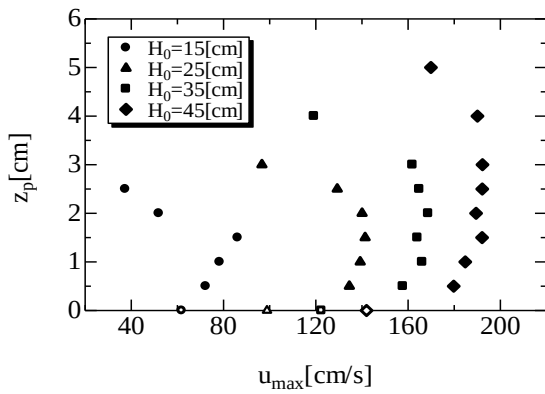


図-3 各初期貯水位における最大流速の鉛直分布

達時刻も遅くなる。一方、底面流速計の最大流速後では、計測機器による流速の差は見られず、時間の経過と共に減少するようになる。

図-3 は、各初期貯水位における最大流速の鉛直分布を示す。底面流速計の最大流速は、初期貯水位を高く設定するに連れて大きくなるが、プロペラ流速計の流速値よりも小さく、その差も大きくなる。底面流速計では、プロペラ流速計で計測できるような段波先端の低水位状態の流速を認識できず、ある程度の水量を伴った段波が底面流速計の上を流れた後の流速を捕らえていると考えられる。さらに、プロペラ流速計による各鉛直位置の最大流速に着目すると、底面近傍の $z_p=1.5\text{cm}$ まで速度勾配を持つ流速分布であるが、それよりも高くなると鉛直様な流速分布になる。ただし、水面付近では最大流速が低下しているが、この原因として、水面の乱れと大気との摩擦抵抗の影響に依るものと推察される。

3.2 フルード数

図-4 は、初期貯水位 $H_0=35\text{cm}$ における底面から各高さでのフルード数 Fr の時間変化を示す。 Fr の時間変化は、水面近くを除けば計測位置に依らず、概ね同じ分布となり、図-2 に示した流速の時間変化に対応している。さらに、フルード数と計測位置の関係を図-5 に示す。津波段波のフルード数は、底面から最大浸水深の 3~4 割程度の高さまで概ね様な値となり、水面に近づくに連れて小さくなることから、フルード数の取り扱いには注意すべきである。

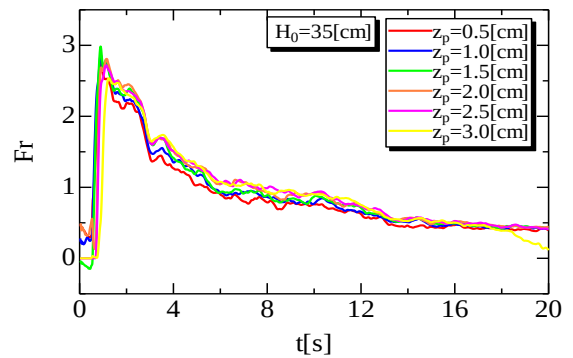


図-4 初期貯水位 $H_0=35\text{cm}$ でのフルード数 Fr の時間変化

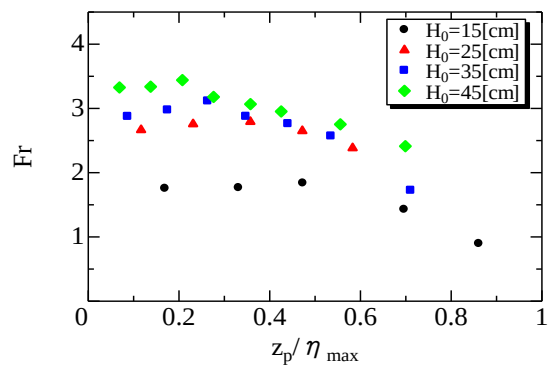


図-5 各初期貯水位における最大流速の鉛直分布

4. まとめ

本研究では、津波段波発生装置付開水路を用いた水理実験を行い、津波段波の流速分布の鉛直構造についての検討を行った。得られた主な結果は以下の通りである。

- (1) 底面流速計はプロペラ流速計よりも反応が遅く、最大流速の取り扱いには注意が必要と言える。
- (2) 津波段波は、底面付近で速度勾配を持つ流速分布となるが、底面から離れると鉛直様な分布となることが明らかになった。
- (3) 津波段波の Fr は、底面から最大浸水深の 3~4 割程度の高さまで信頼できるが、それ以上の高さになると信頼性が低くなることがわかった。

参考文献

下園武範(2011): 段波下の底面境界層流れに関する実験的研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.67, No.2, pp.I_046-I_050